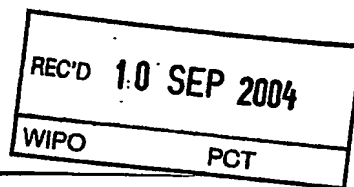


22 JUIN 2004



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 27 AVR. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

BEST AVAILABLE COPY



# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITE

26bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54

Code de la propriété Intellectuelle-livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: 20.06.03 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: 0350136 DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: 75 DATE DE DÉPÔT: 20.06.03	Jean LEHU BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS France
Vos références pour ce dossier: B 14340.3 PR DD 2496	

<b>1 NATURE DE LA DEMANDE</b>			
Demande de brevet			
<b>2 TITRE DE L'INVENTION</b>			
		CAPTEUR CAPACITIF DE MESURE ET PROCEDE DE MESURE ASSOCIE	
<b>3 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE</b>		Pays ou organisation	Date N°
<b>4-1 DEMANDEUR</b>			
Nom	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE		
Rue	31-33, rue de la Fédération		
Code postal et ville	75752 PARIS 15ème		
Pays	France		
Nationalité	France		
Forme juridique	Etablissement Public de Caractère Scientifique, technique et Ind		
<b>5A MANDATAIRE</b>			
Nom	LEHU		
Prénom	Jean		
Qualité	Liste spéciale: 422-5 S/002, Pouvoir général: 7068		
Cabinet ou Société	BREVATOME		
Rue	3, rue du Docteur Lancereaux		
Code postal et ville	75008 PARIS		
N° de téléphone	01 53 83 94 00		
N° de télécopie	01 45 63 83 33		
Courrier électronique	brevets.patents@brevalex.com		
<b>6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS</b>		Fichier électronique	Pages
Texte du brevet		texte brevet.pdf	22
Dessins		dessins.pdf	4
Désignation d'inventeurs		D 16, R 5, AB 1	
Pouvoir général		page 4, figures 7, Abrégé: page 1, Fig.1	

<b>7 MODE DE PAIEMENT</b>				
Mode de paiement		Prélèvement du compte courant		
Numéro du compte client		024		
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>				
Établissement immédiat				
<b>9 REDEVANCES JOINTES</b>				
	Devise	Taux	Quantité	Montant à payer
062 Dépôt	EURO	0.00	1.00	0.00
063 Rapport de recherche (R.R.)	EURO	320.00	1.00	320.00
Total à acquitter	EURO			320.00

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

Signataire: FR, Brevatome, J.Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

Mandataire agréé (Mandataire 1)



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITE

## Réception électronique d'une soumission

Il est certifié par la présente qu'une demande de brevet (ou de certificat d'utilité) a été reçue par le biais du dépôt électronique sécurisé de l'INPI. Après réception, un numéro d'enregistrement et une date de réception ont été attribués automatiquement.

Demande de brevet : X

Demande de CU :

<b>DATE DE RECEPTION</b>	20 juin 2003	
<b>TYPE DE DEPOT</b>	INPI (PARIS) - Dépôt électronique	Dépôt en ligne: X
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUE PAR L'INPI</b>	0350236	Dépôt sur support CD:
<b>Vos références pour ce dossier</b>	B 14340.3 PR DD 2496	

### DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Nombre de demandeur(s)	1
Pays	FR

### TITRE DE L'INVENTION

CAPTEUR CAPACITIF DE MESURE ET PROCEDE DE MESURE ASSOCIE
--

### DOCUMENTS ENVOYES

package-data.xml	Requetefr.PDF	fee-sheet.xml
Design.PDF	ValidLog.PDF	textebrevet.pdf
FR-office-specific-info.xml	application-body.xml	request.xml
dessins.pdf	indication-bio-deposit.xml	

### EFFECTUE PAR

Effectué par:	J. Lehu
Date et heure de réception électronique:	20 juin 2003 14:10:26
Empreinte officielle du dépôt	AF:50:A4:A5:54:B6:C2:AD:68:42:77:00:4E:AD:9A:29:DC:9B:0B:0D

/ INPI PARIS, Section Dépôt /

SIEGE SOCIAL  
INSTITUT 29 bis, rue de Saint Petersbourg  
NATIONAL DE 75800 PARIS cedex 08  
LA PROPRIETE Téléphone : 01 53 04 53 04  
INDUSTRIELLE Télécopie : 01 42 93 58 30

**CAPTEUR CAPACITIF DE MESURE  
ET PROCEDE DE MESURE ASSOCIE**

Domaine technique de l'invention

5 L'invention concerne un capteur capacitif de mesure et un procédé de mesure par capteur capacitif.

L'invention s'applique aux microsystèmes comprenant un capteur capacitif et une électronique de  
10 mesure et d'actionnement du capteur, tels que, par exemple, les accéléromètres capacitifs.

Selon l'art connu, un capteur capacitif comprend au moins un condensateur ayant au moins une armature mobile. Le déplacement de la ou des  
15 armature(s) mobile(s) du capteur capacitif entraîne une variation de la capacité mesurée.

La sensibilité de mesure d'un capteur capacitif dépend de la position relative des armatures au début de la mesure. Or, par rapport à une position  
20 de départ optimale, les armatures d'un capteur qui subit plusieurs déformations peuvent se retrouver, au bout d'un certain temps, fortement décalées l'une par rapport à l'autre. Il est ainsi nécessaire de soumettre les armatures à une tension d'actionnement pour les  
25 forcer à retrouver leur position optimale.

Les amplitudes des tensions appliquées aux capteurs capacitifs sont généralement faibles pour effectuer les mesures (par exemple 1V) et plus élevées pour le repositionner les armatures (par exemple 4V).

---

30 Il existe différentes manières de réaliser la mesure et l'actionnement d'un capteur capacitif dans

un intervalle de temps donné.

Une première manière consiste à scinder l'intervalle de temps en une période de mesure et une période d'actionnement. La période d'actionnement est  
5 alors généralement plus longue que la période de mesure, ce qui impose une contrainte en vitesse, donc en consommation sur le circuit de lecture.

Une deuxième manière consiste à réaliser un découpage spatial du capteur de manière à disposer,  
10 d'une part, d'électrodes dédiées à la mesure et, d'autre part, d'électrodes dédiées à l'actionnement. Pour une taille donnée de capteur, cela revient à diminuer la taille de l'élément sensible au profit d'une partie motrice et, en conséquence, à diminuer la  
15 dynamique du signal. Il s'en suit une dégradation des performances de la mesure en terme de bruit. Cette dégradation doit alors être compensée par une électronique de mesure optimisée en bruit.

Une troisième manière consiste à réaliser  
20 un découpage fréquentiel des fonctions de mesure et d'actionnement. Typiquement les mesures sont réalisées par excitation sinusoïdale et démodulation synchrone et l'actionnement est réalisé par une tension continue. Le circuit est alors particulièrement complexe et provoque  
25 un accroissement de la consommation.

L'invention ne présente pas les inconvénients mentionnés ci-dessus.

#### Exposé de l'invention

En effet, l'invention concerne un capteur  
30 capacitif comprenant au moins un condensateur de mesure ayant une première armature et une deuxième armature,

caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour appliquer, lors d'une phase de mesure, une tension d'actionnement sur au moins une armature du condensateur de mesure.

5                    Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention, les moyens pour appliquer, lors d'une phase de mesure, une tension d'actionnement sur une armature du condensateur de mesure comprennent :

- 10                    - un premier interrupteur ayant une première borne reliée à la première armature du condensateur de mesure et une deuxième borne reliée à une première tension  $V_h$ , le premier interrupteur étant commandé par un premier signal d'horloge, et
- 15                    - un deuxième interrupteur ayant une première borne reliée à la deuxième armature du condensateur de mesure et une deuxième borne reliée à une première tension de fonctionnement  $V_{p1}$  telle que :

20

$$V_{p1} = V_{dd} + V_a$$

25

où  $V_a$  est la tension d'actionnement et  $V_{dd}$  une deuxième tension, le deuxième interrupteur étant commandé par un deuxième signal d'horloge complémentaire et non recouvrant du premier signal d'horloge, et

30

- un troisième interrupteur ayant une première borne reliée à la deuxième armature du condensateur de mesure et une deuxième borne

reliée à une deuxième tension de fonctionnement  
Vp2 telle que :

$$Vp2 = Vref + Va,$$

5 où Vref est une tension de référence,  
le troisième interrupteur étant commandé par le  
premier signal d'horloge.

Selon un premier mode de réalisation de  
l'invention, la deuxième armature du condensateur de  
10 mesure est reliée à la première borne d'un quatrième  
interrupteur dont la deuxième borne est reliée à  
l'entrée inverseuse d'un amplificateur opérationnel  
dont la tension d'alimentation est la deuxième tension  
Vdd et dont l'entrée non inverseuse est reliée à la  
15 tension de référence Vref, le quatrième interrupteur  
étant commandé par le deuxième signal d'horloge, un  
cinquième interrupteur et une capacité de contre-  
réaction étant montés en parallèle entre l'entrée  
inverseuse et la sortie de l'amplificateur  
20 opérationnel, le cinquième interrupteur étant commandé  
par le premier signal d'horloge.

Selon un autre mode de réalisation de  
l'invention, la deuxième armature du condensateur de  
mesure est reliée à une première armature d'un  
25 condensateur d'isolation dont la deuxième armature est  
reliée à l'entrée inverseuse d'un amplificateur  
opérationnel, un quatrième interrupteur commandé par le  
deuxième signal d'horloge ayant une première borne  
reliée à la première armature du condensateur  
30 d'isolation, un cinquième interrupteur commandé par le  
premier signal d'horloge ayant une première borne



reliée à la deuxième armature du condensateur d'isolation, les quatrième et cinquième interrupteurs ayant leurs deuxièmes bornes reliées entre elles et à une première armature d'un condensateur de contre-  
5 réaction, dont la deuxième borne est reliée à la sortie de l'amplificateur opérationnel, un sixième interrupteur commandé par le premier signal d'horloge étant monté en parallèle du condensateur de contre-réaction, l'amplificateur opérationnel ayant une entrée  
10 non inverseuse reliée à la tension de référence  $V_{ref}$  d'amplitude inférieure à l'amplitude de la première tension  $V_h$ , la deuxième tension  $V_{dd}$  étant la tension d'alimentation de l'amplificateur opérationnel.

Selon encore un autre mode de réalisation  
15 de l'invention, la deuxième armature du condensateur de mesure est reliée à une première armature d'un  
~~condensateur d'isolation dont la deuxième armature est~~  
reliée à l'entrée inverseuse d'un amplificateur  
opérationnel, un quatrième interrupteur commandé par le  
20 deuxième signal d'horloge ayant une première borne  
reliée à la première armature du condensateur  
d'isolation, un cinquième interrupteur commandé par le  
premier signal d'horloge ayant une première borne  
reliée à la deuxième armature du condensateur  
25 d'isolation, les quatrième et cinquième interrupteurs  
ayant leurs deuxièmes bornes reliées entre elles, un  
condensateur de contre-réaction ayant une première  
armature reliée, d'une part, aux deuxièmes bornes des  
quatrième et cinquième interrupteurs par  
30 l'intermédiaire d'un sixième interrupteur commandé par  
~~le deuxième signal d'horloge et, d'autre part, à la~~

première tension  $V_h$  par l'intermédiaire d'un septième interrupteur commandé par le premier signal d'horloge, et une deuxième armature reliée, d'une part, à la tension de référence  $V_{ref}$  par l'intermédiaire d'un  
5 huitième interrupteur commandé par le premier signal d'horloge et, d'autre part, à la sortie d'un amplificateur opérationnel par l'intermédiaire d'un neuvième interrupteur commandé par le deuxième signal d'horloge, un dixième interrupteur commandé par le  
10 premier signal d'horloge ayant une première borne reliée aux deuxièmes bornes des quatrième et cinquième interrupteurs et une deuxième borne reliée à la sortie de l'amplificateur opérationnel dont l'entrée non inverseuse est reliée à la tension de référence  $V_{ref}$ ,  
15 la deuxième tension  $V_{dd}$  étant la tension d'alimentation de l'amplificateur opérationnel.

L'invention concerne également un procédé de mesure par capteur capacitif comprenant au moins un condensateur de mesure, caractérisé en ce qu'il  
20 comprend une étape d'actionnement du condensateur de mesure durant une étape de mesure.

L'invention est basée sur le principe des capacités commutées et permet d'éviter les inconvénients des techniques de l'art antérieur  
25 mentionnées ci-dessus. Son principe général est d'ajuster les tensions de charge et de décharge d'un condensateur de mesure dans le sens que requiert l'actionnement, de manière à produire simultanément l'actionnement et la mesure.

30

Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture d'un mode de réalisation préférentiel fait en référence aux figures  
5 jointes parmi lesquelles :

- la figure 1 représente un capteur capacitif de mesure selon l'invention ;
- la figure 2A représente des tensions d'horloge appliquées à un capteur capacitif de mesure  
10 selon l'invention ;
- la figure 2B représente des potentiels appliqués, pour la mesure et/ou pour l'actionnement, sur une armature de condensateur de mesure de capteur capacitif  
15 selon l'invention ;
- la figure 2C représente l'évolution de la ~~tension aux bornes d'un condensateur de mesure~~  
de capteur capacitif selon l'invention ;
- la figure 2D représente la tension en sortie d'un capteur capacitif de mesure selon  
20 l'invention ;
- la figure 3 représente un premier perfectionnement du capteur capacitif de mesure selon l'invention ;
- la figure 4 représente un deuxième perfectionnement du capteur capacitif de mesure  
25 selon l'invention.

Sur toutes les figures, les mêmes références désignent les mêmes éléments.

Description détaillée de modes de mise en œuvre de l'invention

La figure 1 représente un capteur capacitif selon l'invention.

5           Le capteur capacitif comprend un condensateur de mesure  $C_m$  ayant au moins une armature mobile, cinq interrupteurs  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ , un condensateur de contre-réaction  $C_1$  et un amplificateur opérationnel A.

10           L'interrupteur  $I_1$  a une première borne reliée à une première armature du condensateur  $C_m$  et une deuxième borne reliée à une première tension  $V_h$  égale, par exemple, à  $V_{dd}/2$ , où  $V_{dd}$  est la tension d'alimentation du circuit. L'interrupteur  $I_1$  est  
15 commandé par un signal d'horloge  $H_1$ .

          Les interrupteurs  $I_2$  et  $I_3$  ont une première borne commune reliée à une deuxième armature du condensateur de mesure  $C_m$ , l'interrupteur  $I_2$  ayant sa  
20 deuxième borne reliée à une tension  $V_{p1}$  et l'interrupteur  $I_3$  ayant sa deuxième borne reliée à une tension  $V_{p2}$ . Les interrupteurs  $I_2$  et  $I_3$  sont commandés par les signaux d'horloge respectifs  $H_2$  et  $H_1$ .

          Les signaux d'horloge  $H_1$  et  $H_2$  sont des créneaux de tension complémentaires non recouvrants  
25 ayant pour niveau haut, par exemple, la tension d'alimentation  $V_{dd}$  et pour niveau bas, par exemple, la masse qui peut être égale à 0V. Lorsque le signal d'horloge  $H_1$  est au niveau haut, le signal d'horloge  $H_2$  est au niveau bas et réciproquement (cf. figure 2A).

30           L'interrupteur  $I_4$  a une première borne reliée à la première armature du condensateur de mesure

Cm et une deuxième borne reliée à l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel A dont l'entrée non-inverseuse est reliée à la tension de référence Vref. L'interrupteur I4 est commandé par le signal d'horloge H2. L'amplificateur opérationnel A est alimenté par la tension Vdd.

L'interrupteur I5 a une première borne reliée à l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel A dont la sortie est reliée à la deuxième borne de l'interrupteur I5. Le condensateur C1 a une première armature reliée à l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel et une deuxième armature reliée à la sortie de l'amplificateur opérationnel. L'interrupteur I5 est commandé par le signal d'horloge H1.

Lorsque le signal d'horloge H1 est au niveau haut (et donc le signal d'horloge H2 au niveau bas), les interrupteurs I1, I3 et I5 sont fermés et les interrupteurs I2 et I4 sont ouverts. La différence de potentiel aux bornes du condensateur Cm s'écrit alors :

$$V_{Cm1} = V_{p2} - V_h$$

L'entrée inverseuse de l'amplificateur A est isolée du condensateur Cm (interrupteur I4 ouvert). L'amplificateur opérationnel A est alors en mode suiveur (interrupteur I5 fermé). La sortie de l'amplificateur opérationnel A se stabilise approximativement à la tension Vref.

Lorsque le signal d'horloge H2 est au niveau haut (et donc le signal d'horloge H1 au niveau

bas), les interrupteurs I1, I3 et I5 sont ouverts et les interrupteurs I2 et I4 sont fermés. La première armature du condensateur de mesure Cm est portée virtuellement à la tension de référence Vref (interrupteur I4 fermé) et la deuxième armature est portée au potentiel Vp1 de sorte que la différence de potentiel qui apparaît aux bornes du condensateur Cm s'écrit :

$$V_{Cm2} = V_{p1} - V_{ref}$$

D'un niveau d'horloge à l'autre, le bilan des charges  $\Delta Q$  délivrées par le condensateur Cm s'écrit alors :

$$\Delta Q = C_m (V_{Cm2} - V_{Cm1}), \text{ soit}$$

$$\Delta Q = C_m (V_{p1} - V_{p2}) + C_m (V_h - V_{ref}).$$

$$\begin{aligned} \text{En général, } V_h &= V_{ref} \text{ d'où} \\ \Delta Q &= C_m (V_{p1} - V_{p2}). \end{aligned}$$

La variation de tension  $\Delta V_{out}$  en sortie de l'amplificateur opérationnel s'écrit :

$$\Delta V_{out} = \Delta Q / C_1$$

Va étant la valeur de la tension d'actionnement souhaitée, en fixant les tensions Vp2 et Vp1 comme suit :

11

$$V_{p2} = V_{ref} + V_a, \text{ et}$$

$$V_{p1} = V_{dd} + V_a,$$

il vient :

5

$$\Delta V_{out} = C_m (V_{dd} - V_{ref}) / C_1$$

Avantageusement, la tension mesurée en sortie du capteur capacitif varie linéairement en  
10 fonction de la capacité du condensateur de mesure et ne dépend pas de la tension d'actionnement  $V_a$ .

Des mesures peuvent alors être effectuées alors qu'une tension d'actionnement est appliquée.

Comme cela a été mentionné précédemment,  
15 lorsque le signal d'horloge H1 est au niveau haut, la tension aux bornes du condensateur  $C_m$  s'écrit :

$$V_{Cm1} = V_{p2} - V_h$$

20 De même, lorsque le signal d'horloge H2 est au niveau haut, la tension aux bornes du condensateur  $C_m$  s'écrit :

$$V_{Cm2} = V_{p1} - V_{ref}$$

Or :

25

$$V_{p2} = V_{ref} + V_a, \text{ et}$$

$$V_{p1} = V_{dd} + V_a$$

Il s'en suit que, si  $V_h = V_{ref}$  :

30

$$V_{Cm1} = V_a, \text{ et}$$

$$V_{Cm2} = V_a + V_{dd} - V_{ref}$$

La tension appliquée aux bornes du condensateur  $C_m$  n'a donc pas une valeur constante. Il a été constaté que ce fait n'a pas de conséquences préjudiciables au bon fonctionnement du capteur capacitif.

Un exemple de fonctionnement de capteur capacitif selon l'invention est donné aux figures 2A-2D. :

- la figure 2A représente les tensions d'horloge H1 et H2 ;
- la figure 2B représente une évolution des potentiels  $V_{p1}$  et  $V_{p2}$  ;
- la figure 2C représente l'évolution de la tension  $V_{Cm}$  aux bornes du condensateur de mesure ;
- la figure 2D représente la tension en sortie du capteur capacitif.

A titre d'exemple non limitatif, les valeurs des tensions  $V_{dd}$  et  $V_a$  peuvent être :

$$V_{dd} = 3,3V, \text{ et}$$

$$V_a = 4V$$

Les signaux d'horloge H1 et H2 sont alors des créneaux de tension complémentaires qui évoluent entre 3,3V ( $V_{dd}$ ) et zéro volt (cf. figure 2A). Les tensions  $V_h$  et  $V_{ref}$  sont égales à 1,65V ( $V_{dd}/2$ ). La tension d'actionnement égale à 4V est appliquée de  $t=0$  à  $t=t_1$ . Les tensions  $V_{p2}$  et  $V_{p1}$  sont alors respectivement égales à 5,65V et 7,3V. Au-delà de  $t=t_1$ , aucune tension d'actionnement n'est appliquée.



Dans certaines applications, la tension  $V_h$  qui est appliquée au rythme du signal d'horloge H1 sur la première armature du condensateur  $C_m$  et, partant, sur l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel A, peut atteindre des valeurs suffisamment élevées pour endommager l'amplificateur opérationnel A. C'est le cas par exemple lorsque le capteur, de par sa conception, requiert une polarisation élevée sur son électrode ou lorsque la configuration du circuit dans lequel est inclus le capteur, fait que cette électrode est soumise à une tension élevée. Il est alors nécessaire de protéger l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel.

La figure 3 représente un premier circuit selon l'invention permettant de protéger l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel de l'application d'une tension de référence trop élevée.

La première armature du condensateur  $C_m$  est ici reliée à l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel A par l'intermédiaire d'un condensateur d'isolation C2. Un quatrième interrupteur Ia a une première borne reliée à la première armature du condensateur  $C_m$  et à une première borne du condensateur C2. Un cinquième interrupteur Ib a une première borne reliée à la deuxième armature du condensateur C2 et à la deuxième borne de l'interrupteur Ia. La borne commune des interrupteurs Ia et Ib est reliée à la première armature du condensateur C1 et à la première borne d'un interrupteur Ic dont la deuxième borne est reliée à la sortie de l'amplificateur opérationnel A.

---

~~Le signal d'horloge H2 commande l'interrupteur Ia et le~~

signal d'horloge H1 commande l'interrupteur Ib. Une tension de référence  $V_{ref}$ , d'amplitude inférieure à celle de la haute tension  $V_h$  qui est appliquée sur la deuxième borne de l'interrupteur I1, est appliquée sur l'entrée non inverseuse (+) de l'amplificateur opérationnel A. La tension  $V_{dd}$  est également appliquée comme tension d'alimentation de l'amplificateur opérationnel A.

Lorsque le signal d'horloge H1 commande la fermeture de l'interrupteur I1, l'interrupteur Ib est également fermé et l'interrupteur Ia est ouvert. L'entrée inverseuse de l'amplificateur A, isolée de la haute tension  $V_h$ , est portée au potentiel  $V_{ref}$ .

Lorsque le signal d'horloge H1 commande l'ouverture de l'interrupteur I1, l'interrupteur Ib est également ouvert et l'interrupteur Ia est fermé. La première armature du condensateur  $C_m$  est alors reliée à la première armature du condensateur  $C_1$  dont le potentiel est égal à la haute tension  $V_h$ . L'interrupteur Ib, ouvert, protège l'entrée inverseuse de l'application du potentiel  $V_h$ .

Dans tous les cas, l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel A est ainsi protégée de la haute tension  $V_h$ . Le circuit selon le perfectionnement de la figure 3 présente, en outre, l'avantage de s'affranchir de la tension d'offset de l'amplificateur opérationnel A et de multiplier le gain effectif de ce dernier.

Le circuit représenté en figure 3 présente cependant l'inconvénient de reporter la haute tension  $V_h$  sur l'excursion de la tension en sortie de

l'amplificateur opérationnel. En effet, lorsque l'horloge H1 est active, la capacité C1 est déchargée. La tension à ses bornes est donc nulle. Lorsque l'horloge H2 est active, par l'intermédiaire du condensateur C2, on impose sur une de ses électrodes la tension Vh. Le condensateur C1 étant initialement déchargé, on trouve donc aussi la tension Vh sur sa deuxième électrode, augmentée d'une tension correspondant à la charge provenant du condensateur Cm.

Le circuit représenté en figure 4 permet de supprimer cet autre inconvénient. En plus des composants représentés en figure 3, le circuit représenté en figure 4 comprend quatre interrupteurs supplémentaires Id, Ie, If, Ig. Le condensateur C1 n'est pas ici monté directement en parallèle de l'interrupteur Ic, comme c'est le cas sur la figure 3. La première armature du condensateur C1 est reliée à une première borne de l'interrupteur Id et à une première borne de l'interrupteur Ie, alors que la deuxième borne de l'interrupteur Id est reliée à la borne commune aux interrupteurs Ia et Ib et la deuxième borne de l'interrupteur Ie est reliée à la haute tension Vh. Par ailleurs, la deuxième armature de la capacité C1 est reliée à une première borne de l'interrupteur If et à une première borne de l'interrupteur Ig, alors que la deuxième borne de l'interrupteur If est reliée à la tension de référence Vref et la deuxième borne de l'interrupteur Ig est reliée à la sortie de l'amplificateur opérationnel A. Les interrupteurs Ie et If sont commandés par le signal d'horloge H1 et les interrupteurs Id et Ig sont

commandés par le signal d'horloge H2.

Lorsque le signal d'horloge H1 est actif (interrupteurs I1, I3, Ic, Ib, Ie, If fermés et interrupteurs I2, Ia, Id, Ig ouverts), le condensateur C1 est chargé entre la haute tension Vh et la tension de référence Vref. L'amplificateur opérationnel est en mode suiveur. La tension de sortie de l'amplificateur opérationnel est en conséquence sensiblement égale à Vref.

Lorsque l'horloge H2 est active (interrupteurs I1, I3, Ic, Ib, Ie, If ouverts et interrupteurs I2, Ia, Id, Ig fermés), le condensateur C1 est connecté entre la sortie de l'amplificateur opérationnel A et la première armature du condensateur Cm. La première armature du condensateur C1 est portée au potentiel Vh par l'intermédiaire du condensateur C2, la deuxième armature du condensateur C1 restant au potentiel Vref du fait de la précharge entre les tensions Vh et Vref, opérées lorsque l'horloge H1 était active (cf. ci-dessus). Ainsi, la sortie de l'amplificateur opérationnel A subit-elle une variation de tension qui n'est due qu'aux charges provenant du condensateur Cm et non pas à la haute tension Vh.

Le capteur capacitif de mesure selon l'invention décrit aux figures 3 - 5 comprend, à titre d'exemple, un seul condensateur de mesure. Il est clair pour l'homme du métier que l'invention s'applique également à des capteurs capacitifs comprenant plusieurs condensateurs de mesure tels que, par exemple, les capteurs capacitifs à deux condensateurs ayant une armature commune.

## REVENDICATIONS

1. Capteur capacitif comprenant au moins un condensateur de mesure (Cm) ayant une première et  
5 une deuxième armatures, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (I1, I2, I3) pour appliquer, lors d'une phase de mesure, une tension d'actionnement (Va) sur au moins une armature du condensateur de mesure.

10 2. Capteur capacitif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (I1, I2, I3) pour appliquer, lors d'une phase de mesure, une tension d'actionnement (Va) sur une armature du condensateur de mesure comprennent :

- 15 - un premier interrupteur (I1) ayant une première borne reliée à la première armature du condensateur de mesure et une deuxième borne reliée à une première tension Vh, le premier interrupteur (I1) étant commandé par un premier  
20 signal d'horloge (H1), et  
- un deuxième interrupteur (I2) ayant une première borne reliée à la deuxième armature du condensateur de mesure (Cm) et une deuxième borne reliée à une première tension de  
25 fonctionnement Vp1 telle que :

$$Vp1 = Vdd + Va$$

où Va est la tension d'actionnement et Vdd une  
30 deuxième tension, le deuxième interrupteur (I2) étant commandé par un deuxième signal d'horloge

---

(H2) complémentaire et non recouvrant du premier signal d'horloge, et

- un troisième interrupteur (I3) ayant une première borne reliée à la deuxième armature du condensateur de mesure (Cm) et une deuxième borne reliée à une deuxième tension de fonctionnement Vp2 de sorte que la deuxième tension de fonctionnement s'écrit :

$$Vp2 = Vref + Va,$$

où Vref est une tension de référence,  
le troisième interrupteur (I3) étant commandé par le premier signal d'horloge (H1).

### 3. Capteur capacitif selon la

revendication 2, caractérisé en ce que la deuxième armature du condensateur de mesure (Cm) est reliée à la première borne d'un quatrième interrupteur (I4) dont la deuxième borne est reliée à l'entrée inverseuse (-) d'un amplificateur opérationnel (A) dont la tension d'alimentation est la tension Vdd et dont l'entrée non inverseuse (+) est reliée à la tension de référence Vref, le quatrième interrupteur (I4) étant commandé par le deuxième signal d'horloge (H2), un cinquième interrupteur (I5) et une capacité de contre-réaction (C1) étant montés en parallèle entre l'entrée inverseuse (-) et la sortie de l'amplificateur opérationnel (A), le cinquième interrupteur (I5) étant commandé par le premier signal d'horloge (H1).

4. Capteur capacitif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la deuxième armature du condensateur de mesure est reliée à une première armature d'un condensateur d'isolation (C2) dont la deuxième armature est reliée à l'entrée inverseuse (-) d'un amplificateur opérationnel (A), un quatrième interrupteur (Ia) commandé par le deuxième signal d'horloge (H2) ayant une première borne reliée à la première armature du condensateur d'isolation (C2), un cinquième interrupteur (Ib) commandé par le premier signal d'horloge (H1) ayant une première borne reliée à la deuxième armature du condensateur d'isolation (C2), les quatrième (Ia) et cinquième interrupteur (Ib) ayant leurs deuxième bornes reliées entre elles et à une première armature d'un condensateur de contre-réaction (C1), dont la deuxième borne est reliée à la sortie de l'amplificateur opérationnel (A), un sixième interrupteur (Ic) commandé par le premier signal d'horloge (H1) étant monté en parallèle du condensateur de contre-réaction (C1), l'amplificateur opérationnel (A) ayant une entrée non inverseuse (+) reliée à la tension de référence  $V_{ref}$  d'amplitude inférieure à l'amplitude de la tension  $V_h$ , la deuxième tension  $V_{dd}$  étant la tension d'alimentation de l'amplificateur opérationnel (A).

5. Capteur capacitif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la deuxième armature du condensateur de mesure ( $C_m$ ) est reliée à une première armature d'un condensateur d'isolation (C2) dont la deuxième armature est reliée à l'entrée

---

inverseuse (-) d'un amplificateur opérationnel (A), un  
quatrième interrupteur (Ia) commandé par le deuxième  
signal d'horloge (H2) ayant une première borne reliée à  
la première armature du condensateur d'isolation (C2),  
5 un cinquième interrupteur (Ib) commandé par le premier  
signal d'horloge (H1) ayant une première borne reliée à  
la deuxième armature du condensateur d'isolation (C2),  
les quatrième (Ia) et cinquième (Ib) interrupteurs  
ayant leurs deuxièmes bornes reliées entre elles, un  
10 condensateur de contre-réaction (C1) ayant une première  
armature reliée, d'une part, aux deuxièmes bornes des  
quatrième et cinquième interrupteurs par  
l'intermédiaire d'un sixième interrupteur (Id) commandé  
par le deuxième signal d'horloge (H2) et, d'autre part,  
15 à la tension  $V_h$  par l'intermédiaire d'un septième  
interrupteur (Ie) commandé par le premier signal  
d'horloge (H1), et une deuxième armature reliée, d'une  
part, à la tension de référence  $V_{ref}$  par  
l'intermédiaire d'un huitième interrupteur (If)  
20 commandé par le premier signal d'horloge (H1) et,  
d'autre part, à la sortie d'un amplificateur  
opérationnel (A) par l'intermédiaire d'un neuvième  
interrupteur (Ig) commandé par le deuxième signal  
d'horloge (H2), un dixième interrupteur (Ic) commandé  
25 par le premier signal d'horloge (H1) ayant une première  
borne reliée aux deuxièmes bornes des quatrième et  
cinquième interrupteurs et une deuxième borne reliée à  
la sortie de l'amplificateur opérationnel dont l'entrée  
non inverseuse (+) est reliée à la tension de référence  
30  $V_{ref}$ , la deuxième tension  $V_{dd}$  étant la tension  
d'alimentation de l'amplificateur opérationnel (A).



6. Procédé de mesure par capteur capacitif comprenant au moins un condensateur de mesure ( $C_m$ ), caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'actionnement du condensateur de mesure durant une
- 5 étape de mesure.

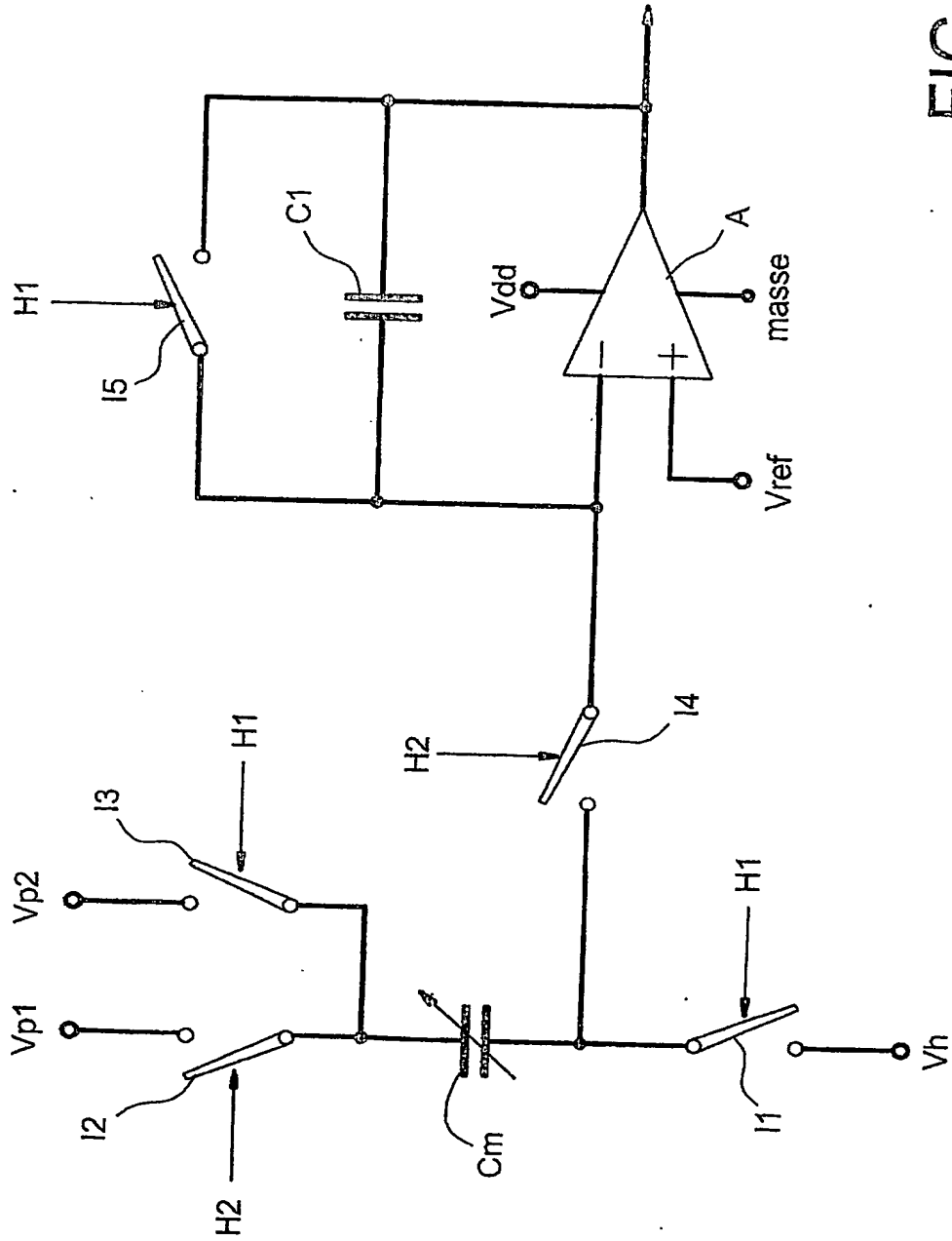
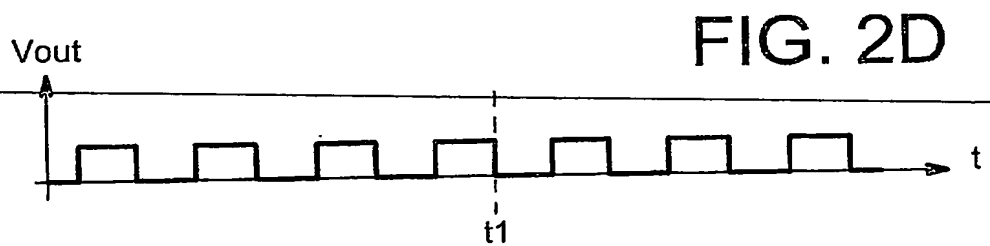
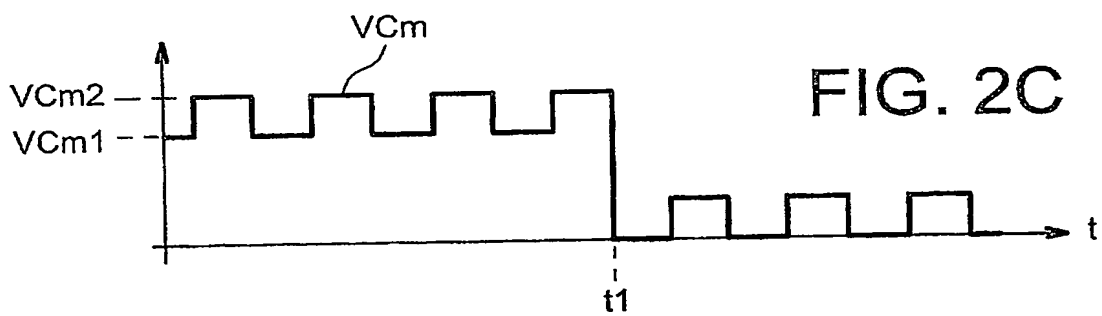
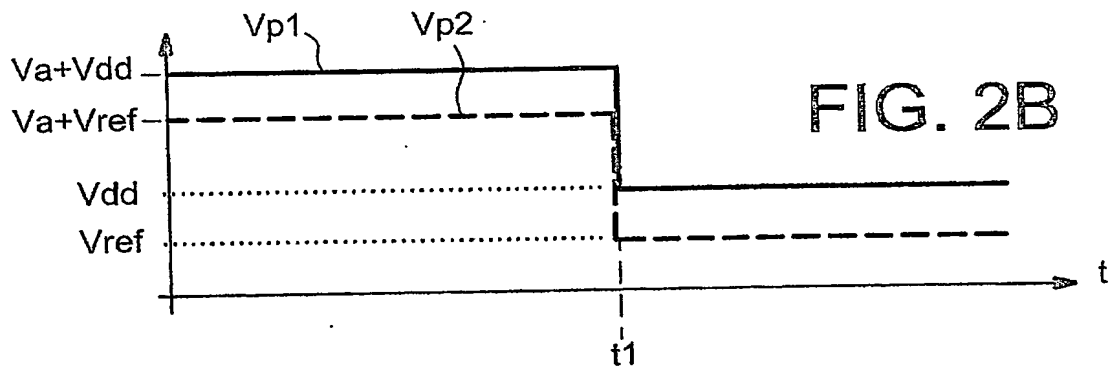
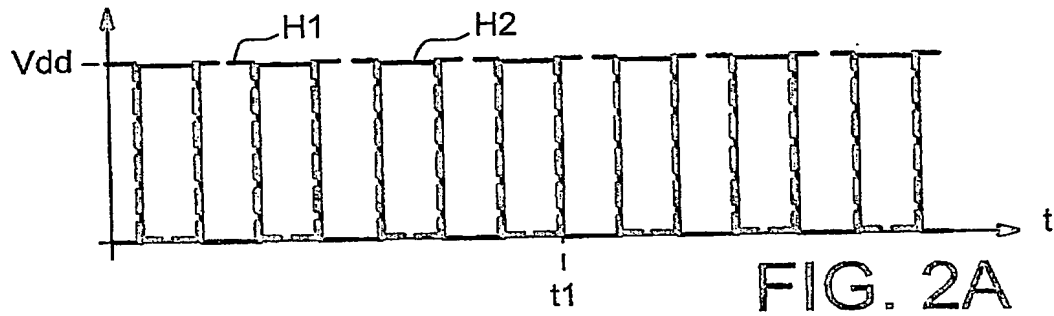


FIG. 1

2 / 4



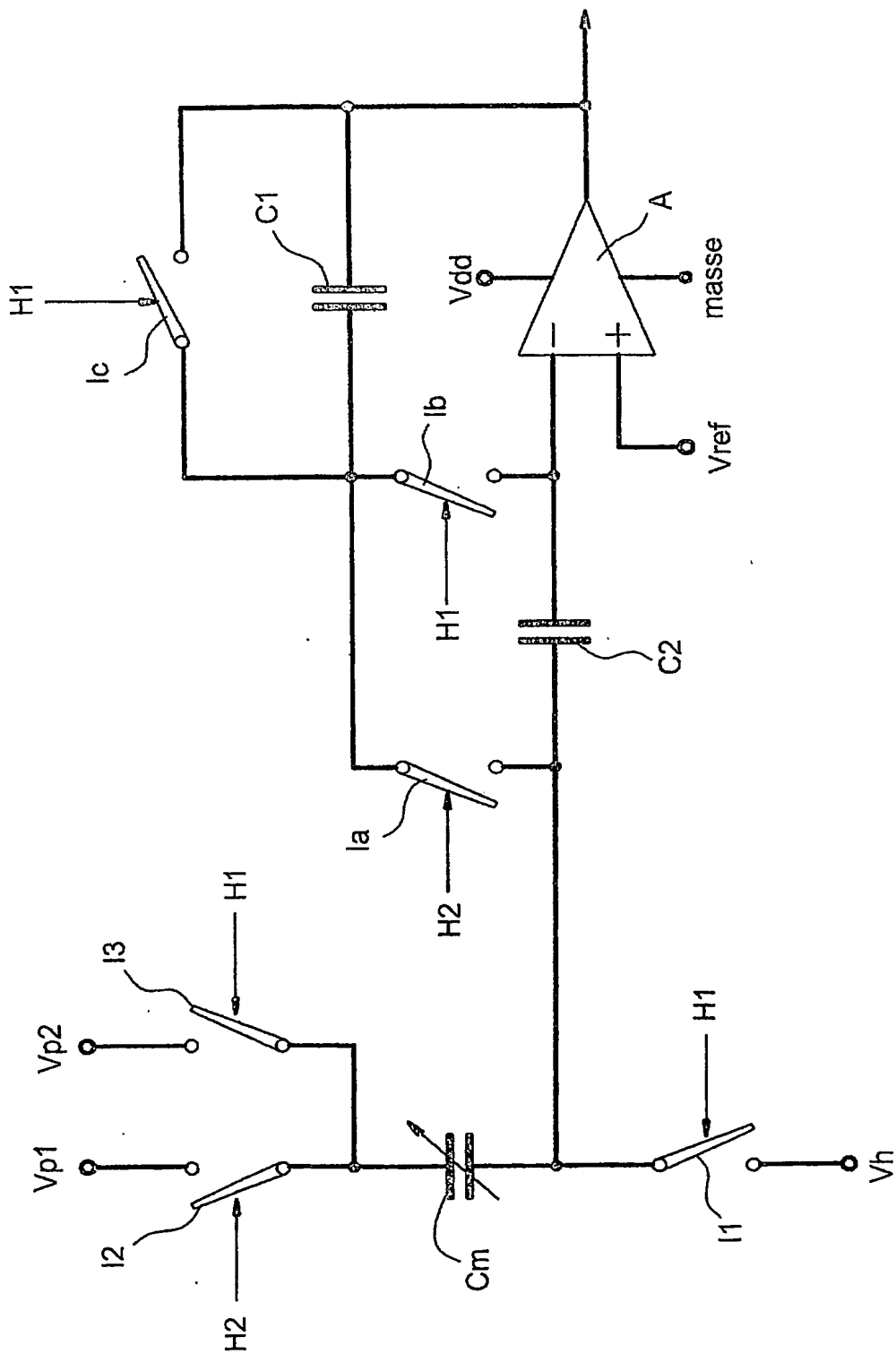


FIG. 3

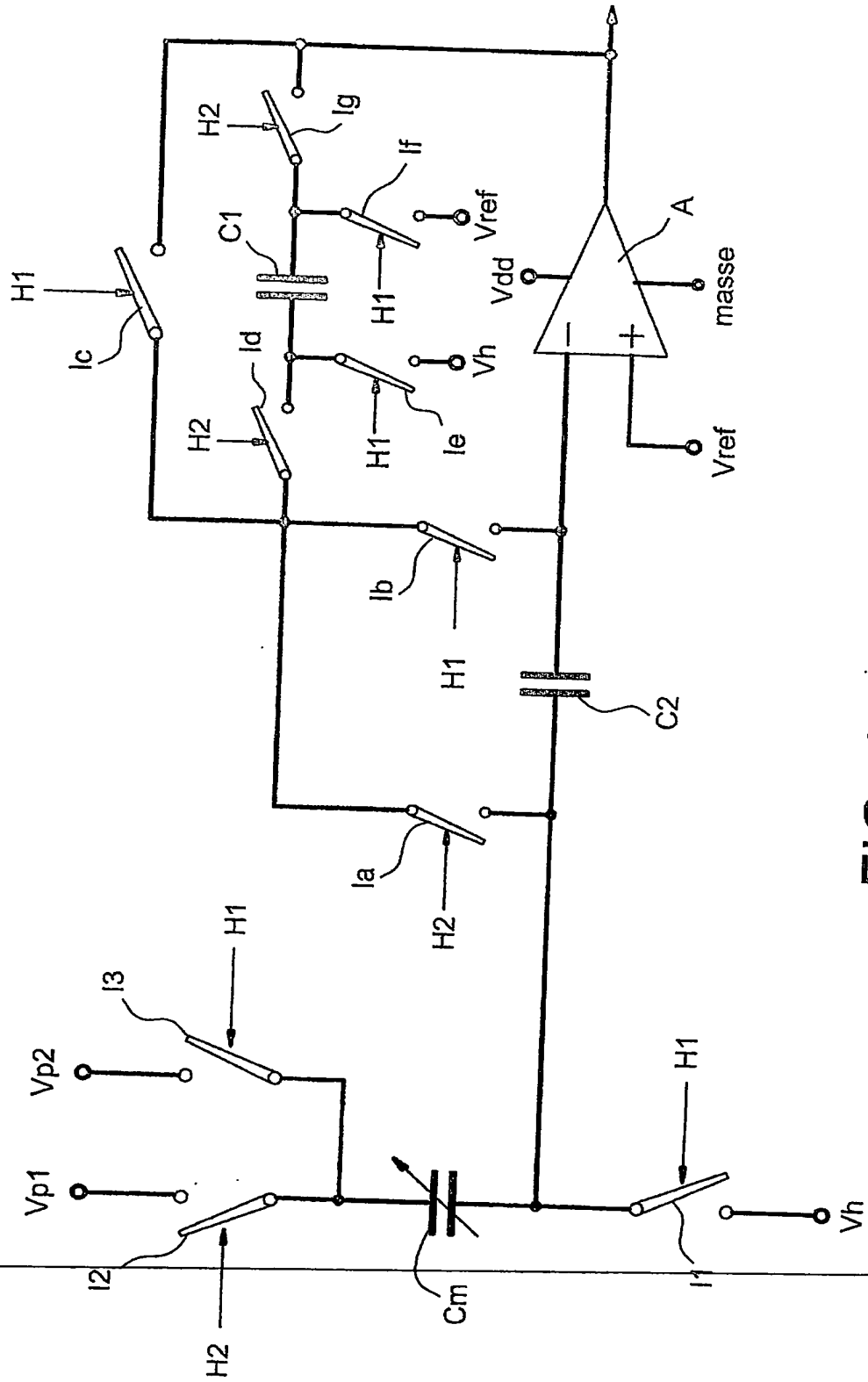


FIG. 4



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITE

### Désignation de l'inventeur

Vos références pour ce dossier	B 14340.3 PR DD 2496
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	0350236
TITRE DE L'INVENTION	
	CAPTEUR CAPACITIF DE MESURE ET PROCEDE DE MESURE ASSOCIE
LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):	
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):	
Inventeur 1	
Nom	DELORME
Prénoms	Nicolas
Rue	2, rue Kléber
Code postal et ville	38000 GRENOBLE - FRANCE
Société d'appartenance	
Inventeur 2	
Nom	CONDEMINÉ
Prénoms	Cyril
Rue	33, avenue Jeanne d'Arc
Code postal et ville	38100 GRENOBLE - FRANCE
Société d'appartenance	
Inventeur 3	
Nom	BELLEVILLE
Prénoms	Marc
Rue	12, rue de Chantemerle
Code postal et ville	38120 SAINT-EGREVE - FRANCE
Société d'appartenance	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

Signataire: FR, Brevatome, J. Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

Mandataire agréé (Mandataire 1)

**PCT/FR2004/050277**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**